

加齢が色弁別描画作業課題遂行に及ぼす影響

立教大学大学院現代心理学研究科

小暮 美奈

独立行政法人農業・食品産業技術研究機構食品総合研究所, 首都大学東京人文科学研究科 村越 琢磨

立教大学現代心理学部

長田 佳久

Influence of aging on color discrimination in drawing task performance

Mina Kogure (Graduate School of Contemporary Psychology, Rikkyo University),
Takuma Murakoshi (National Food Research Institute, Graduate school of Humanities, Tokyo Metropolitan University), and
Yoshihisa Osada (College of Contemporary Psychology, Rikkyo University)

The question of how aging affects attention and memorization has not yet come to a definite conclusion. The inhibitory effect and the processing speed of information need to be considered when dealing with this question. Accordingly, this study investigates the influence of aging on color discrimination. The subjects were required to connect colored dots that were displayed on a monitor. We measured the task performance time and error frequency. The subjects were asked to state their views about the difficulty of this task and what they felt while performing it. The results showed that elderly people needed more time to discriminate among colors than young people. The results also showed that there was a difference between the data collected for elderly and young people with regard to the performance time of the task when a distractor was used; however, there was no such difference while performing the standard stimulus task.

Key words: aging, color discrimination, connecting the dot task, attention indicator, pop-out effect

はじめに

20代の若者にとって日常生活を行う上で何かに注意を向けることを難しいと思うことは少ない。また、生活する中で何かを見落とすことがあってもそれが重大な問題に発展するということは必ずしも多くはないだろう。しかしながら、高齢者は成人若年層とは異なり、生活の中で注意を向けなくてはならない場面での見落としも少なくなく、時には日常生活に支障をきたすこともある。このような事態では、注意を向けるべき対象が他の情報により妨害されていると捉えることもできる。山田・村田・太田尾・村田(2008)の研究では、

高齢者に歩行をしながら他の課題を行ってもらおうという2重歩行課題において、TMT-A (trial making test part A) と MMSE (mini mental state examination: 認知機能検査) が自由歩行課題では相関がなく、自由歩行から2重歩行課題への変化量で有意な相関を示した。このことから、注意機能及び認知機能が関与していることが示唆された。また、加齢に伴う注意資源量の減少と注意資源配分機能の低下により、高齢者の注意機能が阻害され、複数の行為を同時に行う際のパフォーマンスが低下することが転倒の要因となることを明らかにした。更に彼らの研究では、注意機能や認知機能を向上させることで2重歩行条件下での歩行能

力を向上できる可能性を示唆している。

この処理資源（注意資源）配分説に関する研究以外に処理速度低下説、抑制説に関する研究も行われている。これらの3説は認知機能への加齢の影響を明らかにする上で提唱される主たる理論である。処理資源配分説とは、自発的処理の開始に必要な処理資源の低下と加齢の関係を唱えた Craik & Byrd (1982) の説である。高齢者は再認課題よりも手掛かり再生課題や自由再生課題で成績の低下が大きいことが示されており (Craik & McDowd, 1987)、作業記憶の課題で測定される処理資源の配分機能の低下が成績低下の要因であるとしている。一方、処理速度低下説とは Salthouse (1996) が主張した説である。古橋 (2003) によると、文章理解と計算の速さを処理能力の測度、数列と文字列の順唱を貯蔵容量を測定する測度、文章理解と計算における処理と貯蔵の速さを協調の測度として加齢との関連性を調べた研究では、処理能力要因が加齢による機能低下に最も関連していることが明らかとなっている (Salthouse & Babcock, 1991)。このことから、加齢に伴い認知機能が変化し処理速度が低下していくと考えられている (Park, Lautenschlager, Hedden, Davidson, Smith, & Smith, 2002)。抑制説とは、Hasher & Zacks (1988) が支持した説である。彼らは、ワーキングメモリ課題において高齢者が以前提示された不要な刺激を維持しようとして記憶成績が低下するという実験結果を得た。このことは、加齢に伴って必要な情報に焦点を当てて不必要な情報を抑制することが困難になり、情報を処理する際の抑制機能の低下が情報処理効率の低下に繋がり、様々な機能の低下を引き起こすことを示唆している (川口・渡辺・佐伯, 2002; Reuter-Lorenz & Park, 2010)。一方この見解に対して、高齢者の抑制機能の全てが損なわれていくのではなく、課題の種類に依存していることも示唆されている (Aslan, Bauml, & Pastotter, 2007)。高齢者の抑制説に関する研究は主に、視覚刺激による単語の記憶課題 (川口ら, 2002) を用いてきた。その1つに、青という文字が赤いインクで書かれるなど単語名と

印刷されているインクが異なっている際に、そのインクの色命名が困難になるというストループ課題がある。この課題を用いた研究では成人若年層に比べて高齢者では成績の低下が大きいという結果が得られた (e.g., Houx, Jolles, & Vreeling, 1993)。従って、必要な情報を選択し不必要な情報を抑制するという選択的注意に関わる機能が加齢に伴って低下することを示していると考えられる。これらの抑制説に関する研究は主に、単語記憶の再認率を検討することで加齢が記憶や注意に影響を与えていることを明らかにした。

高齢者の注意に関する先行研究では、ストループ課題やボタン押し課題 (e.g., 津田, 2001) が主に用いられてきた。しかし、これらは日常場面で行われる作業とは乖離した課題であると考えられる。従って、より日常生活に関連する課題を用いた研究を行うべきである。また、先行研究では視覚提示課題が主に用いられているが、高齢者が日常生活で注意が困難に感じる場面は行動を伴っている状況も多いため、身体を伴うパフォーマンスを行う場面での影響を明らかにする必要がある。

人の注意処理を測る指標の1つとして色弁別がある。色弁別における効果の1つに、瞬時に対象を知覚することができるポップアウト効果がある。ポップアウトは、刺激のもつ単一の特徴にのみ注目すると、対象か否かを区別できるような視覚探索（特徴探索）において、刺激の数が増えてもさほど困難なく対象を見つけられるという現象である (Treisman & Gelade, 1980)。ポップアウトする場合には注意を必要としない並列処理が用いられ、しない場合には注意を必要とする逐次処理が使われることが知られている (Treisman & Gormican, 1998)。

そこで本研究では、描画作業という高齢者にとって日常生活で触れることの多い身体パフォーマンスを伴う課題を用いて、色弁別作業課題遂行における高齢者と成人若年層の差が生じるかを調べ、加齢が注意へ及ぼす影響を検討する。実験では、点を繋ぐ対象と共に提示される妨害となる色刺激が占める割合を操作する。成人若年層では妨害刺

激を抑制することができるが、高齢者は注意を向けるべき対象に注意の焦点を当てられず、妨害刺激を抑制できないと予測した。

方 法

実験参加者

成人若年層の男女10名（平均23.2歳、 $SD=1.75$ 歳）および65歳以上70歳以下の高齢者男女計9名（平均67.3歳、 $SD=1.73$ 歳）であった。成人若年層は立教大学に通う大学生を対象として行い、高齢者は都内および立教大学周辺に在住する高齢者を対象とした。本研究における高齢の実験参加者募集に際し、市役所、町内会および各実験参加者に対し、本研究の目的、意義、研究に際して行う課題の内容、本実験で収集する情報、データおよび個人情報の取り扱いに関して詳細に説明し協力を得た。成人若年層に対しても、同様の説明を行い、了承を得たうえで実験を行った。更に本研究は、立教大学大学院現代心理学研究科心理学専攻に研究計画書を申請し、倫理指導および承認を受けた上で実験を実施した。なお本実験は色の刺激を用いるため、実験参加者は全員色覚異常でないことを条件とした。また、パソコンのモニターを用いて課題を行うため、視力に不安がない、または視力を矯正することでモニター上に提示される点を不自由なく見ることができるということを条件とした。視力検査は3m離れた場所からA4の用紙に記載されたCの方向を問う一般的な視力調査表を用いて簡易確認を行った。また色覚異常の確認には石原式色覚異常検査表を用いた。

装 置

実験は、デスクトップ型パーソナルコンピュータ（HP, LP2065）とノート型パーソナルコンピュータ（Toshiba R731）液晶ディスプレイタブレット（Wacom Cintiq 21UX）を用いて行った。また、時間計測のためにビデオカメラ（Sony, DCR-HC90）を用いた。

課 題

課題はパーソナルコンピュータのモニター上に提示された10×10のマトリックス上に配置された

100個の点のうち、指定された点のみをペンタブレットを用いて繋いでいくという点つなぎ課題を用いた。Figure 1-a および Figure 1-b に本実験の標準課題の一例を示した。

本課題を作成する上で、予備実験として成人若年層の男女5名および高齢者男女4名を対象に課題の妥当性を測定した。この予備実験は本実験とは異なる参加者で行った。予備実験では、10×10のマトリックス上に配置された黒点と赤点の計100個の点のうち、16個の赤点のみを繋ぐ課題を30種類用意した。全ての課題は指定された全ての点（16個）を繋ぐと幾何学図形になるよう作っており、図形の親近性は成人若年層と高齢者で同等であった。これら30種類の中で、成人若年層と高齢者で作業時間に差が見られなかった10種類の課題を本実験で使用する標準刺激課題とした。この10種類の課題はマトリックス上の様々な場所（第1象限、第2象限、第3象限、第4象限、第1象限と第2象限、第3象限と第4象限、第1象限と第4象限、第2象限と第3象限、第1象限から第4象限全体の中央に左右非対称、第1象限から第4象限全体の中央に左右対称）に提示されるように作成した。こうした10種類の標準刺激課題を元に、2種類の妨害刺激課題を作成した。妨害刺激課題は、標準刺激課題（黒点の中に配置された赤点のみを繋ぐ）に黄色の妨害刺激点を加えた課題（黒点及び黄色の妨害刺激点各42個）、黄色と橙色の妨害刺激点を加えた課題（黒点、黄色の妨害刺激点、橙色の妨害刺激点各28個）の2種類であった。これらの妨害刺激は標準刺激課題で黒点となっていた点の中に黄色の点をランダムに配置した課題および黄色と橙色の点をランダムに配置した課題であり、全ての点は10×10のマトリックス上にあった。全ての課題は、妨害刺激の有無に関わらず赤点のみを16個繋ぐことを求めている。

手続き

実験参加者は、モニター上に提示された点の中で指定された点のみを繋ぐ課題を遂行した。本実験前に、教示と練習を行った。教示は以下の5つであった。(a) 赤点のみを15個直線で結ぶこと、

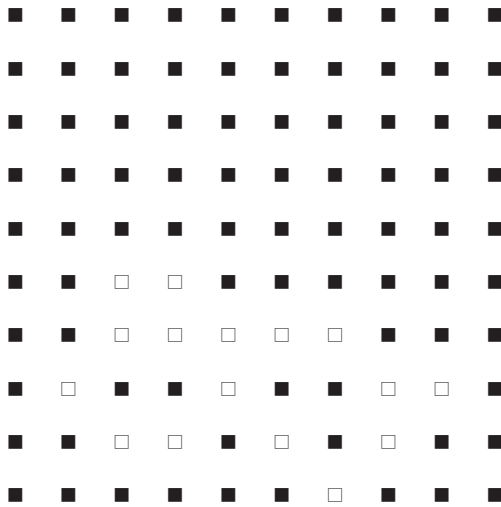


Figure 1-a. 第1象限と第4象限に提示した課題例
(□は赤点を指す)

(b) 点を繋ぐ際は縦横斜めに結ぶことが出来るが、結ぶ点同士がその点の周囲にあること（点を超えて結ぶことは出来ない）、(c) 必ず始点と終点を繋いで閉じた図形を作ること、(d) 出来るだけ早く正確に結ぶこと、(e) どの点も1度しか通ってはいけない。これら5つのルールに則って作業を行うことを教示した。また練習試行として、黒点に赤い点のみを繋ぐ簡単な課題を2回行い、手続きの不明な点を質問させた。また、実験中はビデオカメラで撮影することを明示し、時間計測も行うと説明した。以上の教示と練習後、本試行を行った。本試行は標準刺激課題と妨害刺激課題をランダムに30試行を行った。課題遂行時間が60秒を超えてしまった場合は後に再度提示を行った。全課題終了後、内省報告により実験参加者自身の課題遂行中に困難に感じた要因を確認した。この内省報告は自由に口答させた。

実験後ビデオカメラによる記録映像を用いて課題遂行時間を計測した。課題提示開始時点から実験参加者の繋ぐ線が最後の点に到達した時点までを課題遂行時間とした。また、エラー回数も測定した。線を繋ぐ際に点を飛び越えて繋ぐ、同一点

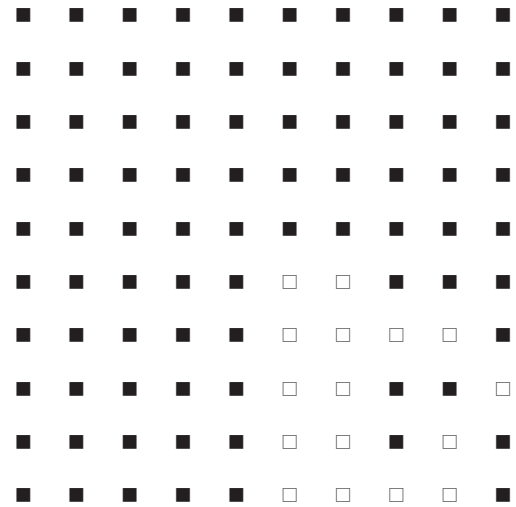


Figure 1-b. 第4象限に提示した標準刺激課題例

を通る、繋ぐ点を見落とす、あるいは赤点以外を繋ぐ行動があった場合、エラーとしてカウントした。

実験は立教大学現代心理学部研究室および他校の会議室で行い、実験環境がほぼ同じ状況になるように準備した。また、本実験の前にモニター上に提示した課題をペンタブレットを用いて行うという簡単な操作確認を行った。

結果

課題遂行時間

年齢（成人若年層・高齢者）× 課題条件（標準刺激課題・1色妨害刺激課題・2色妨害刺激課題）の混合計画による2要因の分散分析を行った。その結果、課題条件の主効果は有意であり（ $F(2,34) = 60.51, p < .001$ ）、年齢の主効果も有意であった（ $F(1,17) = 14.65, p < .01$ ）。また、年齢と条件の交互作用が有意であった（ $F(2,34) = 25.98, p < .01$: Figure 2 参照）。単純主効果の検定の結果、標準刺激課題条件において年齢の単純主効果の有意差は見られなかった（ $F(1,51) = 1.04, n.s.$ ）が、1色妨害刺激課題条件において年齢の

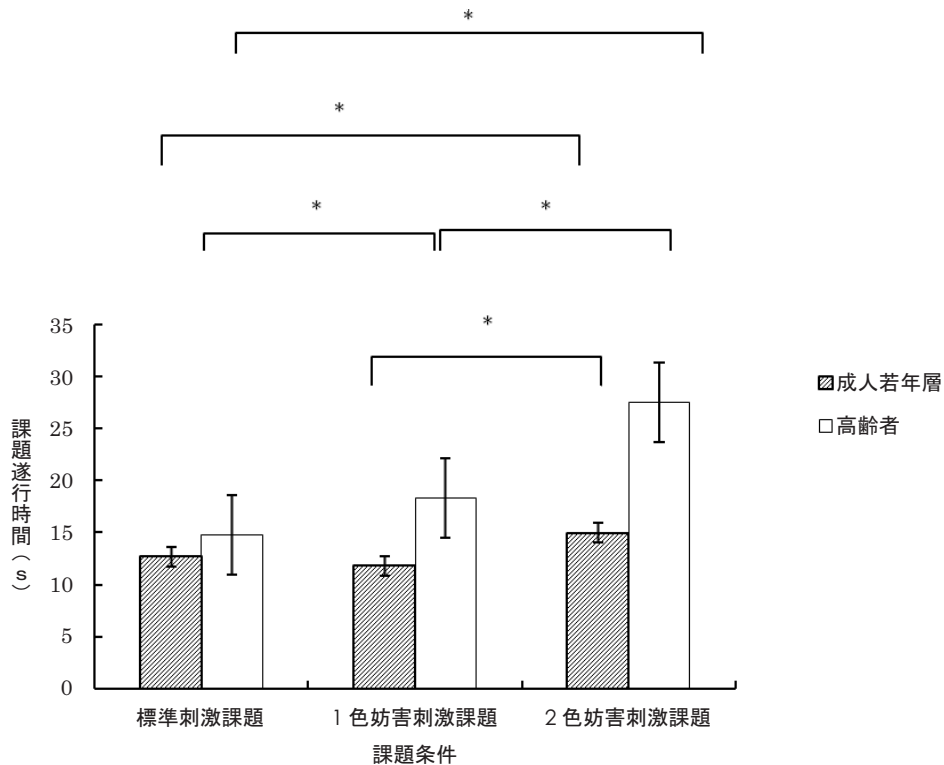


Figure 2. 年齢条件による各課題の課題遂行時間

単純主効果が有意であり ($F(1,51) = 10.38, p < .001$), 2色妨害刺激課題条件において年齢の単純主効果が有意であった ($F(1,51) = 38.43, p < .001$)。また各年齢層における条件の単純主効果では、若年層が有意で ($F(2,34) = 5.03, p < .05$) となり、高齢者も有意となった ($F(2,34) = 81.46, p < .001$) となった。Ryan法を用い5%水準で下位検定を行った。その結果、成人若年層においては標準刺激課題と2色妨害刺激課題間、1色妨害刺激課題と2色妨害刺激課題間で有意差がみられ、高齢者では、各課題条件間に有意差がみられた。

内省報告

成人若年層では“妨害色が多くなると、少し難しく感じた”“橙色が混ざると赤点を見つけるのに少し苦労したが、赤と間違えることはなかった”“黄色の点が入った課題は特に影響を感じなかつ

た”“課題の図形で難しさには変わりはなかった”“実験全体を通して難しさは感じなかった”といった内省報告が多かった。一方、高齢者では“様々な色が混ざると、線を繋ぐのが困難になった”

“実験は難しくなかったが、色を認識するのに時間がかかった”“他の色から赤点を見つけるのに苦労した”“色を判別しながら線を結ぶのが難しかった”“図形や配置場所の違いは全く感じなかった”という内省報告が多かった。また、どちらの実験参加者群においても点を繋ぐという作業そのものの難しさは感じなかったという報告であった。

エラー回数及びエラー内容

成人若年層はエラーを行うことがほとんどなかったため有効数を得られなかった。高齢者は標準刺激課題で平均0.38回 ($SD = 0.52$), 1色妨害刺激課題で2.38回 ($SD = 0.92$), 2色妨害刺激課題で

3.5回 ($SD=1.20$) となり、大きな差は得られなかった。しかしエラーの内容として、周囲8点を飛び越えて離れた点と繋いでしまうエラーが大半であった成人若年層とは異なり、高齢者では繋ぐべき点の見落としが多く見られた。

考 察

本研究では、点繋ぎという描画作業遂行課題を用いて、日常生活における行動と関連すると考えられる身体パフォーマンスを伴う課題において加齢が注意に及ぼす影響を検討した。実験では、点繋ぎ課題を行う対象とは異なる色のついた点を妨害刺激として提示した。そして成人若年層は妨害刺激を抑制できるが、高齢者は妨害刺激を抑制できないという仮説を立てて検証を行った。

第1に、1色妨害刺激と2色妨害刺激において成人若年層に比べ高齢者では、課題遂行時間が長くなった。また、高齢者は妨害刺激が多くなるにつれ課題にかかる課題遂行時間が長くなった。これらの結果から、妨害刺激が増えるにつれ注意を向けなくてはならない色（赤）ではない他の色（黄・橙）への注意の抑制が困難となるため課題遂行時間に差が生じるのではないかと考えられる。

第2に、妨害刺激課題間では成人若年層と高齢者との間に差が見られたが、標準刺激課題間では差が見られなかった。この結果は、黒点に赤点のみが提示された場合はポップアウト効果が生まれ、成人若年層のみでなく高齢者にも課題遂行を容易にしたためだと考えられる。ポップアウト効果が生じるのは並列処理が用いられたためであると考えられる（Treisman & Gormican, 1998）。従って、注意を必要としない並列処理において加齢は影響を与えず、注意が必要な逐次処理においてのみ加齢が影響を与えるのではないかと考えられる。

更に成人若年層と高齢者のエラー回数とその内容が異なっていた。その理由として、高齢者は妨害刺激が増えることで本来向けなくてはならない赤点へ注意を向けることが困難になるため、繋ぐ点を見落とすことが多くなるのではないかと考えられる。成人若年層に見られた、隣り合っていな

い点を繋いでしまうというエラーは、繋ぎ始める点の周囲8点に赤点が無いため起きるものであるが、これは課題が提示された際に最初に課題で作成する図形をイメージしてから点を結ぶのではなく、課題が提示されてすぐに点を結びだすと途中でルールに則って結ぶことができる点がない際（周囲にある赤点は既に一度線が通っているなど）咄嗟にルールを無視して赤点を結ぶことを最重視したのではないかと考えられる。しかし、提示直後課題遂行開始前の提示時間の統制が不十分であったためであるとも考えられる。課題遂行時間の測定は常に課題を刺激提示用モニターに提示してから点を繋ぎ終えるまでであった。しかし実験参加者によって、刺激提示用モニターに課題が提示されるとすぐに繋ぎ始め、考えながら結んでいく場合と、提示されてからしばらく繋ぐ順番を考え、それから結ぶ場合があった。この統制が不十分であったと考えられるため、今後改善が必要である。一方、高齢者が繋ぐべき点を繋がなかったというミスをおかしたのは、成人若年層のエラーとは異なり指定された点への注意が他の妨害刺激により損なわれたために起きると考えられる。

本実験では、色弁別作業課題において妨害刺激が提示されない課題では成人若年層と高齢者で差が見られず、妨害刺激が提示されない課題でのみ成人若年層と高齢者の間で差が見られた。つまり、注意を必要としない並列処理では加齢の影響は見られないが、注意を必要とする逐次処理では加齢が影響を及ぼす可能性が示唆された。この結果から、高齢者の課題遂行成績が低下する要因は主に注意機能の低下によるものだと考えられる。また、本実験で用いた課題は、課題遂行をするために妨害刺激を抑制する必要があった。そしてこのような妨害刺激の抑制を必要とする課題で高齢者のみ成績低下が見られたが、成人若年層の成績低下は見られなかった。従って、高齢者は妨害刺激の抑制がうまく行えないために課題成績が低下したのだと考えられる。よって本研究結果は、抑制説を支持する。抑制説とは、抑制機能の低下が情報処

理効率を低下させ、これが様々な機能の低下に繋がるとした説である (Hasher & Zacks, 1988)。

先行研究では日常場面と乖離したボタン押し課題などを用いて高齢者の注意研究を行ってきた。しかし本研究では、日常場面に関連する課題であっても同様に抑制説が支持されることを示唆している。また、抑制説に関する先行研究では主にストループ課題のような視覚提示課題が用いられてきたが、本研究ではパフォーマンス課題であっても、同様に抑制説を支持することを示している。

本研究では色刺激を用い抑制説を支持する結果を得たが、加齢が色覚へ及ぼす影響の1つとして水晶体の黄変などもあげられており (e.g., 篠森, 2003), 注意の抑制が主要な要因であったとは断言できない。よって今後の課題として、大きさや形を操作した実験パラダイムを用いて再度検証することが必要であろう。

引用文献

- Aslan, A., Bauml, K.H., & Pastotter, B. (2007). No inhibitory deficit in older adults' episodic memory. *Psychological Science*, **18**, 72-78.
- Craik, F.I.M., & Byrd, M. (1982) Aging and cognitive deficits: The role of attentional resources. In F.I.M. Craik & S. Teub (Eds), *Aging and cognitive processes*. New York: Plenum Press. 191-211.
- Craik, F. I. M., & McDowd, J. (1987). Age differences in recall and recognition,. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **13**, 474-479.
- 古橋啓介 (2003). 記憶の加齢変化 心理学評論 **45** (4), 466-479.
- (Furuhashi, K. (2003). Age-related differences in memory in adults. *Japanese Psychological Review*, **45** (4), 466-479.)
- Hasher, L., & Zacks, R. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new review. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, **22**, San Diego: Academic Press, 193-225.
- Houx, P. J., Jolles, J., & Vreeling, F. W. (1993). Prospective memory impairment as an early indicator of dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **15**, 805-821.
- 川口 潤・渡辺はま・佐伯恵里奈 (2002). 注意・記憶機能の加齢による変化 情報文化研究, **15**, 133-155.
- (Kawaguchi, J., Watanabe, H., & Sacki, E. (2002). Age related Changes Functions in Healthy Young Elderly Adults. *Studies in Informatics and Sciences*, **15**, 133-155.)
- Park, D.C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, **17**, 299-320.
- Reutter-Lorenz., P.A., & Park, D.C. (2010). Human Neuroscience and the Aging Mind: A New Look at Old Problems. *Journal of Gerontology: Psychological Science*, **65B** (4), 405-415.
- Salthouse, T., A. (2000). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, **103**, 403-428.
- Salthouse, T.A., & Babcock, R.L. (1991). Decomposing adults age differences in working memory. *Developmental Psychology*, **27**, 763-776.
- 坂元真由美・傳 秋光 (2007). 健常高齢者における加齢による注意の抑制機能低下顕在化の要因検討 神大保健紀要, **23**, 35-42.
- (Sakamoto, M., & Tsutou, A.)
- 篠森敬三 (2003). 色覚の加齢効果 日本色彩学会誌, **27** (3), 216-223.
- (Sinomori, K. (2003). Aging Effects on Color Vision, *Journal of the color science association of Japan*, **27** (3). 216-223.)
- Treisman, A., & Gormican, S. (1998). Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, **95**, 15-48.

Treisman, A., & Gelade, G., (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, 97-136.

津田久美 (2001). 視覚情報処理の抑制に及ぼす加齢の影響 人間文化学研究集録**10**, 11-20. (Tsuda, K.)

山田 実・村田 伸・太田尾浩・村田 潤 (2008). 高齢者における二重課題条件下の歩行能力には注意機能が関与しているー地域在住高齢者

における検討ー 理学療法科学 **23** (3), 435-439.

(Yamada, M., Murata, S., Otao, H., & Murata, J. (2008). Attention Function is Involved in Walking Ability Under the Dual-Task Condition among the Elderly People Living in the Community. *Rigakuryoho Kagaku*, **23** (3), 435-439.)

—— 2011. 9. 30 受稿, 2012. 1. 19 受理 ——